

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-318433  
(43)Date of publication of application : 03.12.1996

(51)Int.CI. B23H 7/02  
B23H 7/06

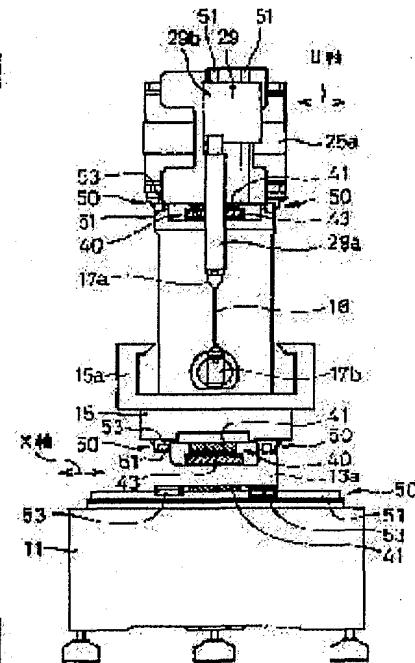
(21)Application number : 07-123687 (71)Applicant : FANUC LTD  
(22)Date of filing : 23.05.1995 (72)Inventor : KITA YUKI  
TAKAYAMA YUJI

## (54) WIRE CUT ELECTRICAL DISCHARGE MACHINE

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To provide a wire cut electrical discharge machine which realizes high machining accuracy and high reliability.

**CONSTITUTION:** In a wire cut electrical discharge machine which opposes wire electrodes through a workpiece and an electrical discharge clearance and carries out electrical discharge machining of a desired shape on the workpiece in accordance with relative feed between the workpiece and the wire electrodes, a feed mechanism which gives the relative feed between the workpiece and the wire electrode incorporates a linear motor 40 and a linear guide device 50 so that relative feed and travel of each axis is obtained by direct drive of the linear motor 40.



## **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-318433

(43)公開日 平成8年(1996)12月3日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

B 23 H 7/02  
7/06

識別記号

府内整理番号

F I

B 23 H 7/02  
7/06

技術表示箇所

R  
Z

審査請求 未請求 請求項の数1 O.L (全6頁)

(21)出願番号 特願平7-123687

(22)出願日 平成7年(1995)5月23日

(71)出願人 390008235

ファナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地

(72)発明者 喜多 祐樹

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社内

(72)発明者 高山 雄司

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社内

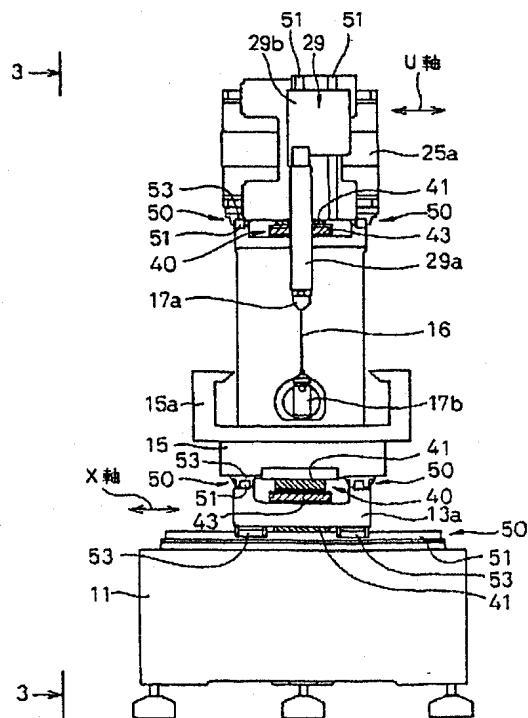
(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54)【発明の名称】 ワイヤカット放電加工機

(57)【要約】

【目的】 高加工精度かつ高信頼性のワイヤカット放電加工機を得ること。

【構成】 ワークと放電間隙を介してワイヤ電極を対向させ、該ワークとワイヤ電極との間の相対送りに従ってワークに所望形状の放電加工を行うワイヤカット放電加工機において、ワークとワイヤ電極との間に相対送りを付与する送り機構がリニアモータ40と直線案内装置50とを組み込み具備し、同リニアモータ40による直接駆動によって各軸の相対送り移動を得るようにしたワイヤカット放電加工機を構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ワイヤ電極を所定経路に沿って走行させると共にワークと放電間隙を介して対向させ、該ワークとワイヤ電極との間に所定の複数軸方向に相対送りを与えることによって該ワークに所望の形状のワイヤ放電加工を行うワイヤカット放電加工機において、前記ワークと前記ワイヤ電極との間に前記複数の軸方向における相対送りを付与する複数の送り機構がそれぞれ、リニアモータを組み込み具備し、該リニアモータによる直接駆動によって前記複数の軸方向の各軸方向に相対送りを得るようにしたことを特徴とするワイヤカット放電加工機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ワイヤカット放電加工機に関し、特に、リニアモータを送り駆動源としたワイヤカット放電加工機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 ワイヤカット放電加工機は、基台（ベッド）にサドルを介して搭載されたワークテーブルに被加工対象のワークを取付け、他方、このワークに対して基台から立ち上がったコラム等の静止機枠に保持された可動サドルを介して搭載された可動テーブルの前面に装着されたスライダー手段の端部に設けられたワイヤ電極案内用の上ヘッドと上記ワークテーブルのワーク搭載面の下方域にコラム等の静止機枠に保持されたアーム先端に設けたワイヤ電極案内用の下ヘッドとの間をワイヤ電極が走行する構成とし、このとき、当該ワイヤ電極に対して所定の放電間隙を保ちながらサドルとワークテーブルならびに該ワークテーブル上に保持されたワークを直交二軸方向（X軸、Y軸）に送り動作させ、以てワイヤ電極、ワークの間に所望の加工軌跡を得るようにし、かつワイヤ電極とワークとの両者間にパルス放電々圧を印加して放電エネルギーによりワークを上記所望の加工軌跡に対応した形状に放電加工を遂行するように構成されている。

【0003】 なお、上ヘッドを保持した既述のスライダー手段を上記直交二軸方向に対して直交した他の一軸（Z軸）方向に移動、変位可能に設け、これをZ軸方向に移動させるZ軸移動機構も設けられている。さらに、上記スライダー手段を保持した可動テーブルと可動サドルに直交二軸方向（U軸、V軸）の送り移動を付与することにより、該スライダー手段を介して上ヘッドを下ヘッドに対してU軸、V軸二軸運動を合成した、例えば円弧軌跡にそって変位させ、以てワイヤ電極に円錐包絡面に沿う変位を付与してワークにテーパ加工を施す構成も設けられている。勿論、円錐状テーパ面のみならず、角錐テーパ面や上下に傾斜した種々の異形々のテーパ面等のワイヤカット放電加工も上記のU軸、V軸方向の送り移動を用いて遂行することができる。

【0004】 ここで従来のワイヤカット放電加工機におけるX軸～Z軸およびU軸、V軸等の各軸送り機構においては、駆動源をサーボモータによって形成し、同サーボモータの出力軸にボールネジ軸を結合し、ボールネジに螺合したナット要素をサドルやワークテーブル、スライダー手段等の被駆動体と一緒に設けることにより、サーボモータの制御回転に応じて回転～直動変換を経て上記X軸～Z軸およびU軸、V軸等の所定軸方向の送り移動を被駆動体に制御付与するように構成されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来のワイヤカット放電加工機の各軸送り機構によれば、サーボモータと、被駆動体を成すサドルやワークテーブル、スライダー手段等との間に必然的に軸継手、ボールネジ軸、ナット要素、ナットホルダ等の回転～直動変換に伴う諸可動要素が介在されるために部品点数が多く、組立て調整を要する煩瑣が有った。

【0006】 更に、これらの回転～直動変換に伴う種々の可動要素の介在は、作動中に各要素が弾性変形をすること、例えば、ボールネジ軸がナット要素との噛合を介して弾性撓み変形をする等により、軸送り機構の運動系に無視し得ないバネ定数要素が多数介在することとなり、運動系のゲインをあまり大きくすることができないこととなり、応答性を緩慢化させる原因となる。このように、サーボモータを含む運動系の応答性が緩慢になることは、ワイヤカット放電加工機においては、ワークと電極間の微小な放電間隙の高速、精密な制御を困難にし、放電加工性能を低下させる一因となっていた。

【0007】 またこれら諸部品は使用が長期化すると磨耗を生じること、ボールネジ軸ではリード誤差の発生を回避することは不可能である等の諸原因に基づいて放電加工精度の向上を妨げる一因となっていた。依って、本発明の目的は、このような問題点を解決するべく、近時、実用性の向上が著しいリニアモータを各軸送り機構の駆動源に採り入れたワイヤカット放電加工機を提供せんとするものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明によれば、ワイヤ電極を所定経路に沿って走行させると共にワークと放電間隙を介して対向させ、該ワークとワイヤ電極との間に所定の複数軸方向に相対送りを与えることによって該ワークに所望の形状のワイヤ放電加工を行うワイヤカット放電加工機において、上記ワークと上記ワイヤ電極との間に複数の軸方向における相対送りを付与する複数の送り機構がそれぞれ、リニアモータを組み込み具備し、該リニアモータによる直接駆動によって上記複数の軸方向の各軸方向に相対送りを得るようにしたワイヤカット放電加工機が提供される。

【0009】 なお、好ましくは、上記複数の送り機構は直交三軸（X軸、Y軸、Z軸）方向の軸送り機構と、こ

れとは別の直交二軸方向の軸送り機構とで構成され、夫々の軸送り機構が各々リニアモータを駆動源とし、かつ直線案内装置を介して円滑な直線送り移動を得るようにする。

#### 【0010】

【作用】上述の構成によれば、ワイヤカット放電加工機の複数の軸送り機構の各系内に中間的に介在した種々の可動要素が一掃され、駆動力発生源のリニアモータと被駆動体との間には1対1の機械的な関係が確立される結果、上述した従来の種々の問題点を解消し得ると共に軽量化、コスト低減等も図ることが可能となった。

#### 【0011】

【実施例】以下、本発明を添付図面に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明に係るワイヤカット放電加工機の全体的な構成を示す正面図であり、図2は、同ワイヤカット放電加工機の種々の軸送り機構を詳示するためにカバー部分を除去して要部を示す正面図、図3は、図2の3-3線から見た図2と異なる他の送り機構を示すための側面図、図4は、各軸送り機構におけるリニアモータの構成をサドルの送り移動機構を典型例にして示す斜視図である。

【0012】図1を参照すると、ワイヤカット放電加工機は、ベッド11に搭載されたサドル部13の内部に一つの軸方向(X軸)に移動が可能なサドル13a(図2参照)が設けられ、このサドル部13の上方にワーク取付台15aを有したワークテーブル15が上記X軸と直交する他の一つの軸方向(Y軸)に送り移動可能に設けられている(図3参照)。このワークテーブル15のワーク取付台15aの内部にはワイヤ電極16を案内する上下ヘッド17a、17bにおける下ヘッド17bが、ベッド11上に立設されたコラム19の前面の一部から前方に突出したアーム構造部17c(図3参照)の先端にて設けられている。また、ベッド11の側部には放電加工用の加工液が貯留された加工液溜め21が設けられ、ワイヤカット放電加工時にはワーク取付台15aおよび該ワーク取付台15a上に取着されたワークW(図1参照)を囲繞する構造で設けられた加工槽23に貯留された加工液が、加工終了時に該加工液溜め21に還流される構成となっている。

【0013】また、加工液溜め21からは上下ヘッド17a、17bに加工液が送給されてワイヤカット放電加工時に該上下ヘッド17a、17bから加工液がワークとワイヤ電極16との放電加工部に噴出されるようになっている。他方、コラム19の上部には可動サドル部25(図2、3参照)を内部に有したヘッド部27が設けられ、上記可動サドル部25の前面に可動に設けられたテーブル25aに結合されたZ軸スライダー部29の縦スライダー29aの下端に上記の上ヘッド17aが取着され、該縦スライダー29aはスライダーベース29bと共にZ軸スライダー部29を形成している。また、ヘ

ッド部27にはワイヤ電極16の供給用ドラム31a、案内ローラ31b、31c、ブレーキローラ31d、案内ローラ31e等が配設され、詳示されていないがコラム19の背面側に配設された走行駆動ローラ31g、ピンチローラ31hによるワイヤ送り駆動に従って供給用ドラム31aの電極ボビンに巻回された新鮮なワイヤ電極16が案内ローラ31b、31c等を経て方向転換しながら上ヘッド17aに導入され、更に、下方の下ヘッド17bに送られる構成が設けられている。なお、ワイヤ電極16は、下ヘッド17bに達する間にワークW中又はワークW側部を通過し、下ヘッド17bを通過後にはアーム構造部17cの内部を通過し、上述したコラム背面側の走行駆動系ローラ31g、31hを通過して適宜のワイヤ電極回収部に回収される構成となっている。なおワイヤ電極16は、上記のブレーキローラ31dと案内ローラ31eとを巡回、経由してブレーキ作用をうけながら上ヘッド17aに達するようになっている。

【0014】また、上記のヘッド部27の内部に具備された可動サドル部25は、その前面に上記可動テーブル25a(図2、3参照)を有し、可動サドル部25がV軸方向に移動可能に構成され、また、テーブル25aが該可動サドル部25に対して上記V軸と直交したU軸方向に移動可能に設けられている。上述した構成を有するワイヤカット放電加工機においては、ワイヤ電極16が上下ヘッド17a、17b間を走行するときに、ワーク取付台15a上の加工槽23で囲繞したワークW(図1)を通過し、このワークWとワイヤ電極16との間の対向部を放電加工領域にしてワイヤカット放電加工が遂行される。

【0015】ここで、ワークWが取付けられるワーク取付台15aは、ワークテーブル15およびサドル13aのX軸、Y軸方向の送り移動に従ってワイヤ電極16による被加工点を順次に所望の加工軌跡に沿って移動させる構成となっている。また、所要に応じてワークWに対してテーブル加工が遂行されるときには、可動サドル部25と可動テーブル25aがU軸、V軸の直交二軸方向に移動することに従ってZ軸スライダー部29が該U軸方向およびV軸方向の移動の合成による運動を所定の平面内で遂行することにより、上ヘッド17aから下ヘッド17bに向けて走行するワイヤ電極16にZ軸方向に対し傾きを有する変位を与え、その結果、ワークWにテーブル加工を施し得る構成を有しているのである。

【0016】なお、Z軸スライダー部29は、可動テーブル25aに対してZ軸方向に移動可能に構成されているが、Z軸方向の送り移動は、上ヘッド17aをワークWに接近又は離反させる送り機構として設けられ、従って、ワイヤカット放電加工の加工軌跡を得る送り移動には一般的には関与しない送り機構である。さて、ここで、図2、図3に示すように、ベッド11に対するサドル13aのX軸方向の送り移動、同サドル13aに対す

るテーブル15のY軸方向の送り移動、コラム19の頂面における可動サドル部25のV軸方向の送り移動、該可動サドル部25に対する可動テーブル25aのU軸方向の送り移動等は、リニアモータを駆動源とし、従来のワイヤカット放電加工機と異なって、ボールねじ機構や軸継手等から成る回転-直動変換機構を省除した構成で直接駆動によって実行される構成を有している。

【0017】図2、図3において、全てのリニアモータは共通して参考番号40により図示し、同リニアモータ40を構成する励磁捲線を内装したステータを共通的に41で、また該ステータ41と電磁相互作用により直線移動力を発揮するロータを共通的に43で示してある。更に、各軸送り機構はリニアモータ40による駆動に従って所定の軸方向(X軸、Y軸、U軸、V軸)に直線移動するとき、周知の構成、即ち摺動レール51と摺動足53とから成る直線案内機構50を有し、円滑な直線移動が行われるように構成されている。

【0018】上述のように、本発明によれば、ワイヤカット放電加工機における少なくともX軸、Y軸、U軸、V軸における送り移動機構がリニアモータ40を駆動源とした直接駆動で送り移動を行うことから、従来の回転-直動変換機構の介在が解消され、故に、ボール送りねじ軸、送りナット、ナットホルダ等の可動要素が有する弾性変形に伴うバネ定数特性が送り移動のサーボ系から一掃される。故に、サーボ系のゲインを増加させてもバネ定数要素の介在から発振現象を起こす等の不都合も解消されて、高ゲインによる高速送り移動と精密な送り移動を実現することが可能となるのである。

【0019】図4は、リニアモータ40と直線案内機構50とを備えたサドル13aの構造を略示した斜視略示図である。同図4において、リニアモータ40を構成するステータ41は、内部に励磁コイル要素を備え、所定の作用空隙を隔てて対向したロータ43は、複数の固定磁石片43aを一定の直線方向に列設し、その固定磁石片43aのN極面、S極面を包含したほぼ平らな表面領域を有した要素として形成されている。このように作用空隙を隔てて対向したステータ41とロータ43との間で、該ステータ41に内蔵された励磁捲線を励磁するとステータ41に磁界が形成され、この磁界のロータ43の磁石片43aとの間の相互磁気作用によって直線方向に推力が発生するので、この推力によってステータ41、ロータ43における可動要素側に結合された可動体が直線方向に運動を行うものである。

【0020】本実施例においては、ステータ41がリニアモータ40の可動要素を成し、このステータ41に一体に結合されたサドル13aが直線案内装置50の案内レール51に沿って摺動足53を介して摺動する構成を有している。従って、ロータ43は上記の固定磁石片43aを有した静止要素として設けられている。このようなりニアモータ40を備えた構成によれば、図示しない

制御装置からステータ41の内部に収納された励磁コイル要素に励磁電流を供給することにより、ロータ43の固定磁石片43aとの間で磁気的相互作用を行って可動要素を成すステータ41を介してサドル13aにX軸方向の直線送り移動の駆動推力を付与するのである。

【0021】そして、このようなリニアモータ40は、サドル13aのみならず、ワークテーブル15のY軸方向の直線送り移動の直接駆動手段、可動サドル部25のV軸方向の直線送り移動における直接駆動手段および同可動サドル部25に対する可動テーブル25aのU軸方向の送り移動の駆動手段を構成しているのである。もちろん、Z軸スライダー部29の縦スライダー29aのZ軸方向の送り移動機構にも取り入れることが可能なことは言うまでもない。

【0022】

【発明の効果】以上の説明からも明らかのように、本発明によれば、ワイヤ電極を所定経路に沿って走行させると共にワークと放電間隙を介して対向させ、該ワークとワイヤ電極との間に所定の複数軸方向に相対送りを与えることによって該ワークに所望の形状のワイヤ放電加工を行うワイヤカット放電加工機において、ワークとワイヤ電極との間に複数の軸方向における相対送りを付与する複数の送り機構がそれぞれ、リニアモータを組み込み具備し、該リニアモータによる直接駆動によって上記複数の軸方向の各軸方向に相対送りを得るようにしたワイヤカット放電加工機が構成されたので、リニアモータからの直接駆動で各軸送り機構の送り移動が遂行でき、故に、回転-直動変換機構を排することが可能となった。この結果、同回転-直動変換機構内に有ったバネ定数要素を削減して送り移動系のバネ要素を充分に低減させ得ることが可能となった。かくして、ワイヤカット放電加工における送り移動系のサーボゲインを高く設定することが可能となり、依って送り移動機構のサーボ系における高応答性から、放電加工の高速化と精度向上とを得ることができるようにになった。このことは、加工時間の短縮による放電加工能率の向上を得ることを可能にするのである。

【0023】また、リニアモータによる直接的な駆動によれば、回転-直動変換手段としてのボールねじ軸やナット要素、ナットホルダ等の種々の可動要素を省除できるので、ねじ機構のリード誤差の解消、バックラッシュの解消等を得られ、この点でも加工精度の向上を得る上に寄与することができる。また、余分な可動要素を省除できるので放電加工機の機体の軽量化、機構の単純化を図ることができ、作動の信頼性を著しく向上させ得ると共に機械要素の削減によりワイヤカット放電加工機のコスト削減にも寄与することができると言う効果を奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るワイヤカット放電加工機の全体的

な構成を示す正面図である。

【図2】同ワイヤカット放電加工機の種々の軸送り機構を詳示するためにカバー部分を除去して要部を示す正面図である。

【図3】図2の3-3線から見た図2と異なる他の送り移動機構を示すための側面図である。

【図4】各軸送り機構におけるリニアモータの構成をサドルの送り移動機構を典型例にして示す斜視図である。

【符号の説明】

- 11…ベッド
- 13 a…サドル
- 15…ワークテーブル
- 15 a…ワーク取付台

16…ワイヤ電極

17 a、17 b…上下ヘッド

19…コラム

25…可動サドル部

25 a…可動テーブル

40…リニアモータ

41…ステータ

43…ロータ43

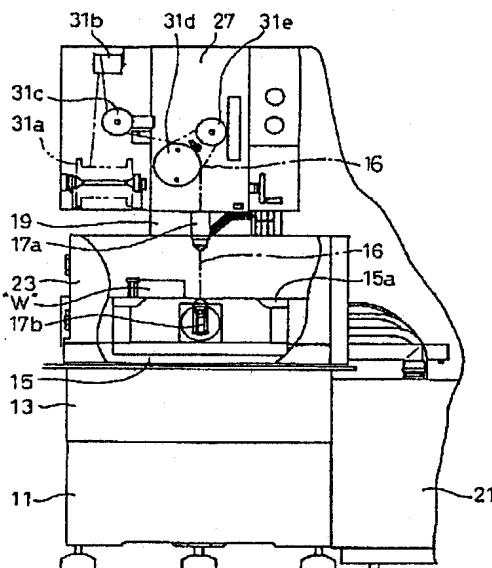
43 a…固定磁石片

50…直線案内装置

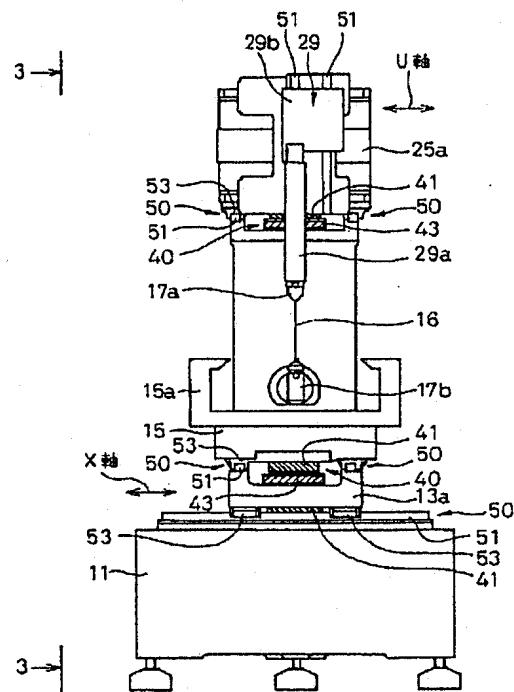
51…案内レール

53…摺動足

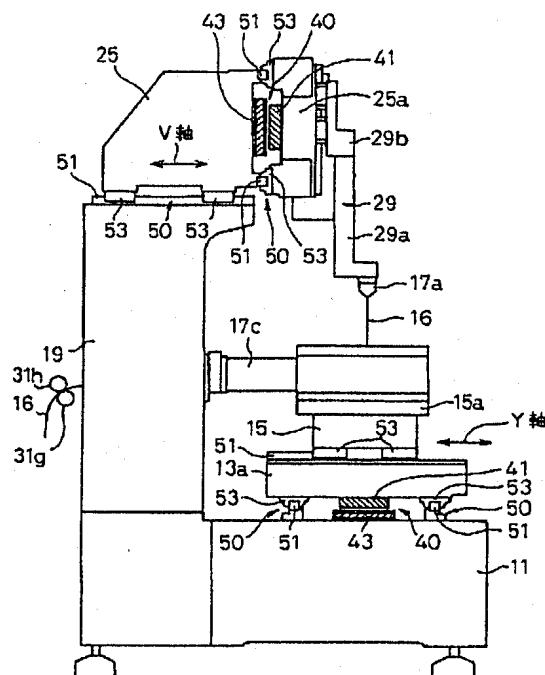
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

